

Міністерство освіти і науки України

Дніпровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна



Санницький Назар Мирославович

УДК 656.225:23.03

**ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЯГОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ПРИВАТНИМИ ЛОКОМОТИВАМИ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпро – 2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі «Управління експлуатаційною роботою» Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор **Козаченко Дмитро Миколайович**,
Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, професор кафедри «Управління експлуатаційною роботою».

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор **Лаврухін Олександр Валерійович**,
Український державний університет залізничного транспорту, завідувач кафедри «Управління вантажною і комерційною роботою»;

кандидат технічних наук, доцент **Кириченко Ганна Іванівна**, асоціація «Український логістичний альянс», віце-президент.

Захист відбудеться «16» квітня 2020 р. о 11 год 00 хв на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.820.02 при Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: вул. Лазаряна, 2, зал засідань, к. 314, м. Дніпро, 49010.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, 49010.

Автореферат розісланий «__» березня 2020 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук, професор



І. В. Жуковицький

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Однією з основних проблем сучасного залізничного транспорту в Україні, яка загрожує як стабільності, так і безпеці роботи галузі, є критичний знос його основних засобів, зокрема локомотивного парку. На сьогодні локомотивний парк АТ «Українська залізниця» становить 3 871 одиницю. При цьому знос парку електровозів сягає майже 95 %, а парку тепловозів – 99 %. Через дефіцит тягового забезпечення залізничний транспорт України має значну внутрішню потребу в розвитку локомотивного парку, зокрема шляхом залучення приватного капіталу. Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої, підписано Угоду про асоціацію, згідно з якою Україна взяла на себе зобов'язання імплементації норм Європейського Союзу до свого законодавства, зокрема це стосується й Директив Європейського Союзу щодо організації ринку залізничних перевезень. Зважаючи на те що одним з основних принципів організації цього ринку є формування конкурентного сектору у сфері залізничних перевезень, Україна має зовнішні зобов'язання щодо організації допуску незалежних перевізників до магістральної залізничної інфраструктури. У цих умовах формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом приватними локомотивами є актуальним науковим завданням для залізничного транспорту України.

Зв'язок теми з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямків розвитку залізничної галузі, які визначені в Транспортній стратегії України до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2010), а також пов'язана з НДР, що виконана на Дніпровському національному університетом залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна: «Формування підходів щодо покращення використання вантажних вагонів та оперативного управління просуванням вагонопотоків в міжнародних перевезеннях» (№ державної реєстрації 0115U002423), у якій автор є виконавцем та автором звітів.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності перевезень вантажів залізничним транспортом за рахунок використання приватного тягового рухомого складу.

Поставлена мета досягається в результаті розв'язання таких **завдань дослідження:**

- аналіз сучасних методів тягового обслуговування перевезення вантажів на залізничному транспорті;
- дослідження існуючої технології та обсягів перевезень вантажів на залізничному транспорті;

чному транспорті України, а також динаміки показників використання рухомого складу, що їх забезпечує;

- розробка методів організації взаємодії між перевізниками та оператором інфраструктури;
- формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників;
- визначення області ефективного застосування приватної локомотивної тяги на залізницях України.

Об'єктом дослідження є процес тягового забезпечення перевезення вантажів залізничним транспортом.

Предметом дослідження є вплив тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами на показники роботи рухомого складу та інфраструктури залізничного транспорту.

Методи дослідження. Математична статистика та кореляційний аналіз – для дослідження обсягів перевезень вантажів та динаміки показників використання рухомого складу, що їх забезпечує; теорія експлуатаційної роботи залізниць, реляційний аналіз – для розробки методів організації взаємодії між перевізниками та оператором інфраструктури; методи математичного програмування, економіко-математичного моделювання та теорія експлуатаційної роботи залізниць – для формування технології тягового забезпечення перевезень в умовах функціонування незалежних перевізників; економіко-математичного моделювання – для визначення області ефективного застосування приватної локомотивної тяги на залізницях України.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у вирішенні актуального наукового завдання формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами. Зокрема, новизна роботи полягає в такому:

- вперше встановлено області ефективного використання приватних локомотивів, що дозволяє визначати доцільність їх застосування в залежності від виду вантажу, відстані та обсягу перевезень;
- удосконалено метод закріплення локомотивів за нитками графіка руху поїздів за рахунок використання методів лінійного програмування, що, на відміну від існуючих, забезпечує рівномірне завантаження локомотивів;
- удосконалено методи формалізації опису інфраструктури залізниць на основі методів реляційних баз даних, що, на відміну від існуючих, дозволяють організувати взаємодію між оператором інфраструктури та незалежними від нього перевізниками;
- набули подальшого розвитку методи тягового обслуговування руху вантаж-

них поїздів, які, на відміну від існуючих, враховують особливості роботи незалежних від оператора інфраструктури перевізників і дозволяють визначати схеми обігу їх локомотивів та локомотивних бригад.

Практичне значення отриманих результатів. Наукові результати, які отримані в дисертаційній роботі, а також розроблені методи дозволяють організувати та забезпечувати взаємодію між АТ «Укрзалізниця» та власниками локомотивів під час організації перевезень вантажів власними (орендованими) локомотивами, а також визначати техніко-економічну ефективність таких перевезень. Результати роботи використано для удосконалення роботи служби перевезень Регіональної філії «Львівська залізниця» АТ «Укрзалізниця». Результати роботи застосовуються в навчальному процесі ЛФ ДНУЗТ під час підготовки бакалаврів зі спеціальності 275 «Транспортні технології», під час виконання дипломних магістерських робіт та в курсі лекцій з дисципліни «Управління експлуатаційною роботою».

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, які наведено в додатках до дисертаційного дослідження.

Особистий внесок здобувача. Усі наведені в роботі результати теоретичних та експериментальних досліджень отримані автором самостійно. Стаття [1] опублікована без співавторів. У працях, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора такий: у статті [2] виконано аналіз світового досвіду впровадження конкуренції на ринку залізничних перевезень; у статті [3] зроблено оцінку показників використання рухомого складу під час організації руху вантажних поїздів за розкладом; у статті [4] виконано аналіз нормативних документів Європейського Союзу щодо організації ринку залізничних перевезень та розроблено метод формалізації опису інфраструктури, що дозволяє організувати взаємодію між оператором інфраструктури та незалежними від нього перевізниками; у статті [5] розроблено схеми організації роботи приватних локомотивів та локомотивних бригад залежно від відстані перевезень.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та були схвалені: на 79-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпро, ДНУЗТ, 2019); на 78-й Міжнародній науково-технічній конференції «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (м. Харків, УДУЗТ, 2016); на V International Symposium of Young Researchers «Transport Problems 2016» (Poland, Katowice, Silesian University of Technology Faculty of Transport, 2016); на X міжнародній конференції молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики» (м. Дніпро, НУБіП України, 2019); на 2-й Міжнародній науково-практичній конференції «Енергооптимальні технології, логістика та безпека на транспорті» (м. Львів, ДНУЗТ, 2019). У повному обсязі дисертація доповідалась і була схвалена

на міжкафедральному науковому семінарі у Дніпровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна (2019 р.).

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 10 наукових праць, з них 1 наукова стаття в закордонному виданні, що входить до наукометричної бази Scopus, 4 наукові статті у фахових виданнях, які входять до переліку Міністерства освіти і науки України, зокрема 2 статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, та 5 тез доповідей на міжнародних наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 4 розділів, висновків і 3 додатків. Повний обсяг роботи – 177 сторінок, з них: основний текст на 112 сторінках; анотація, перелік умовних позначень, зміст, додатки, список використаних джерел – на 65 сторінках. Список використаних джерел налічує 115 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету й завдання досліджень, наукову новизну, що захищається автором, дані про практичне використання результатів дисертації.

У першому розділі виконано аналіз сучасного стану локомотивного господарства, проблем організації роботи незалежних перевізників на залізничній мережі, забезпечення недискримінаційного доступу перевізників до залізничної інфраструктури, безпеки та експлуатаційної сумісності.

Значний внесок у вирішення проблем поліпшення тягового забезпечення залізничного транспорту зробили такі вчені, як Альошинський Є. С., Березовий М. І., Боднар Б. Є., Бутько Т. В., Вернигора Р. В., Гетьман Г. К., Гненний О. М., Горобець В. Л., Капіца М. І., Кириченко А. І., Козаченко Д. М., Лаврухін О. В., Мацюк В. І., Очкасов О. Б., Папахов О. Ю., Прохорченко А. В., Скалозуб В. В., Link H., Pittman R. та інші. У наукових працях подано аналіз динаміки технічного стану тягового рухомого складу, методи обґрунтування розвитку локомотивного парку залізниць, методи оптимізації схем обігу локомотивів на мережі та оптимізації призначення локомотивів і бригад на поїзди в умовах функціонування на ринку єдиного перевізника, аналіз ефективності впровадження різноманітних моделей організації ринку залізничних перевезень. Водночас завданню організації перевезень вантажів залізничним транспортом незалежними перевізними компаніями приділяється незначна увага. Аналіз умов функціонування залізничного транспорту країн Європейського Союзу показує, що вони суттєво відрізняються від вітчизняних через різну номенклатуру вантажів, що перевозяться, різну вантажно-напруженість мережі, а також у зв'язку з тим, що в країнах Європейського Союзу

відправлення вантажних поїздів переважно здійснюється за розкладом, у той час як в Україні – за готовністю. Тому досвід країн Європейського Союзу щодо організації перевезень вантажів незалежними перевізними компаніями вимагає адаптації до вітчизняних умов. На підставі виконаного аналітичного огляду наукових праць сформульовано мету, визначено основні завдання дослідження, обрано порядок та методи їх розв'язання.

У другому розділі виконано дослідження існуючих методів тягового забезпечення залізничних перевезень, обсягів перевезень вантажів на залізничному транспорті України та динаміки показників використання рухомого складу, що їх забезпечує, а також розроблено методи організації взаємодії між перевізниками та оператором інфраструктури.

Після набуття Україною незалежності відбуваються значні зміни обсягів та структури вантажних перевезень. Основною тенденцією, що спостерігається з 2003 року, є перерозподіл обсягу перевезених вантажів між залізничним та автомобільним транспортом на користь останнього. Динаміка частки перевезень цих видів транспорту наведена на рис. 1. Зважаючи на те що автомобільний транспорт для перевезень використовує здебільшого імпортовані нафтопродукти, а залізничний – вітчизняну електроенергію, то такий перерозподіл негативно впливає на енергетичний баланс країни.

Однією з причин зменшення частки залізничного транспорту в перевезеннях вантажів є критичний знос тягового рухомого складу. Так, за даними АТ «Укрзалізниця», загальний парк локомотивів становить 3 871 одиницю, з яких електровози інвентарного парку це 1 720 од., а їх знос при цьому досягає 95 %. Загальна кількість тепловозів 2 151 одиниця, а знос при цьому становить 99 %. Дефіцит тягового рухомого складу призводить до погіршення використання парку вантажних вагонів. На рис. 2 показана динаміка парку локомотивів, а також обігу вантажних вагонів по відношенню до 2006 року, а на рис. 3 – поле точок, що характеризує зв'язок між цими показниками. Аналіз показує, що між ними існує дуже сильний обернений зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,94.

Зменшення локомотивного парку призводить до зменшення завантаження за-

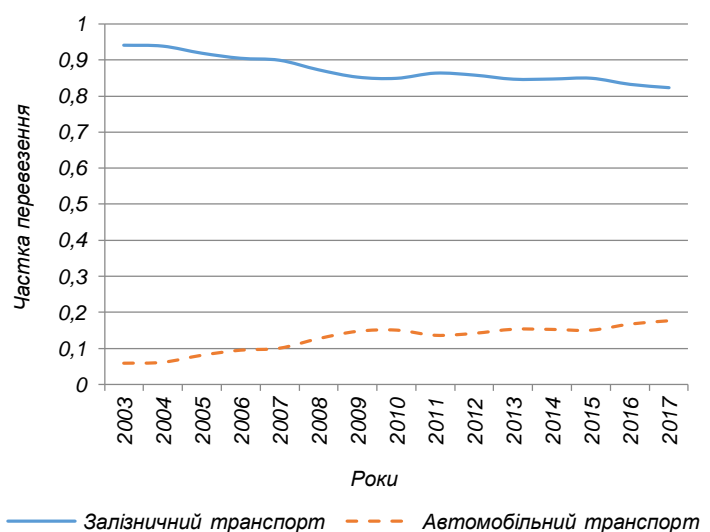


Рисунок 1 – Зміна частки перевезень вантажів, що виконується залізничним і автомобільним транспортом

Зменшення локомотивного парку призводить до зменшення завантаження за-

лізничної інфраструктури. Виконаний у дисертації аналіз показує, що на 4 % станцій припадає 50 % вантажної роботи Укрзалізниці.

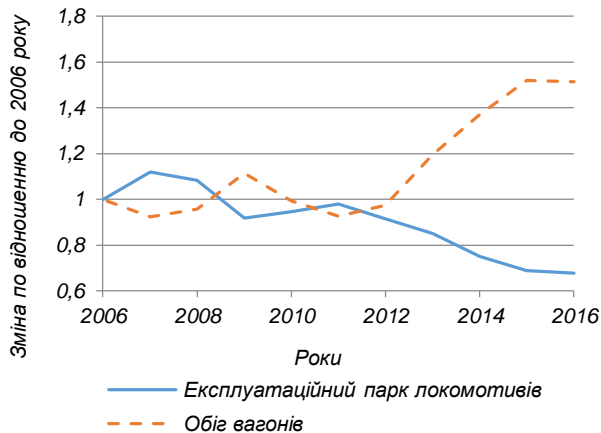


Рисунок 2 – Динаміка експлуатаційного парку локомотивів та обігу вагонів

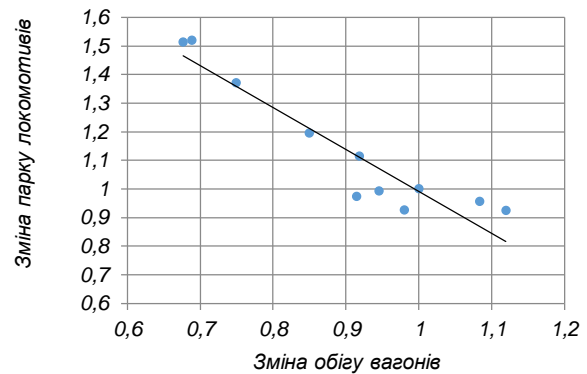


Рисунок 3 – Поле точок, що характеризує зв'язок між парком локомотивів та обігом вагонів

Такий дисбаланс збільшує постійні витрати, що відносяться на тариф, та зменшує конкурентоспроможність залізничного транспорту. У цих умовах допуск приватного тягового рухомого складу до магістральної залізничної мережі дозволяє, з одного боку, вирішити внутрішні проблеми України, а з іншого – забезпечити виконання Угоди про асоціацію.

Чинна законодавча та нормативна база України не виключає роботу на магістральній залізничній мережі локомотивів, що не належать Укрзалізниці. Робота таких локомотивів на залізницях загального користування регламентується п. 9.12 Правил технічної експлуатації залізниць України. Питання нормативного визначення порядку та умов перевезень залізничним транспортом загального користування вантажів з локомотивами, що не належать залізницям, повинні бути регламентовані в «Правилах перевезення вантажів» як «Правила перевезення вантажів у поїздах з власними (орендованими) локомотивами». Ці правила мають бути розроблені Міністерством інфраструктури. Нормативне забезпечення узгодженості, стійкості й безпеки роботи залізничного транспорту як єдиного технологічного комплексу в умовах експлуатації власних локомотивів при виконанні перевезень на загальній мережі залізниць повинно реалізовуватися за рахунок розробки «Порядку обігу власних (орендованих) локомотивів на мережі залізниць загального користування» і «Технології перевезення вантажів у поїздах з власними (орендованими) локомотивами» для окремих напрямків.

Розробка технології перевезення вантажів у поїздах з власними (орендованими) локомотивами потребує надання оператором інфраструктури перевізникам інформації про інфраструктуру залізничного транспорту. На сьогодні опис інфраструктури залізниць України здійснюється переважно у внутрішніх документах дирекцій залізничних перевезень так, як залізниці одночасно є як операторами ін-

фраструктури, так і перевізниками і потреба розміщення цієї інформації у відкритому доступі відсутня. У країнах ЄС це реалізується через «Умови користування інфраструктурою» (Network statements), які видаються відповідно до вимог Директиви 2012/34/ ЄС та реєстру інфраструктури, який ведеться згідно з Директивою 2008/57/ЄС.

У дисертації розроблено модель опису залізничної мережі дирекцій. Як модель залізничної інфраструктури пропонується використовувати параметричний граф $G = (V, E)$. Вершинам графа $v \in V$ відповідають операційні точки, а дугам $e \in E$ - секції. Як операційні точки розглядаються елементи транспортної мережі, на яких виконуються деякі пасажирські, вантажні, комерційні або технічні операції, де змінюються функціональні параметри основних підсистем залізничної інфраструктури або здійснюється перехід від одного оператора інфраструктури до іншого. Як секції розглядають ділянки колій між операційними точками.

Розроблено пропозиції щодо вдосконалення структури технологічних процесів дирекцій залізничних перевезень та інформації, яка стосується опису залізничної мережі, відповідно до вимог Європейського Союзу. Також розроблена структура бази даних, на підставі якої може бути створена інтерактивна карта для інформування перевізників про технічні характеристики магістральної залізничної інфраструктури та про послуги, що надаються її оператором.

У третьому розділі розроблено методи тягового забезпечення перевезення вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників.

Сучасна технологія вантажних перевезень передбачає, що Укрзалізниця є одночасно як оператором інфраструктури, так і єдиним перевізником. Експлуатація локомотивів нерозривно пов'язана з роботою локомотивної інфраструктури, тому розташування технічних станцій на мережі, що мають таку інфраструктуру, здійснює визначальний вплив на показники роботи локомотивного парку.

У дисертації розглянуто технологію перевезень, за якої рух поїздів, що обслуговуються приватними перевізниками, здійснюється за жорсткими нитками, а локомотивна інфраструктура розташована на під'їзних коліях, де сконцентровано навантаження чи розвантаження відправницьких маршрутів.

Відстань, яку може обслуговувати локомотив у разі організації його роботи за плечовим способом, обмежена запасом екіпірувальних матеріалів і регламентованим часом між технічним обслуговуванням і визначається умовами (1), (2) для тепловозів та електровозів відповідно.

$$L_T = \min \{L_{ДП}, L_{П}, L_{ТО-2}\}, \quad (1)$$

$$L_E = \min \{L_{П}, L_{ТО-2}\}, \quad (2)$$

де $L_{ДП}$ – мінімальна відстань, яка обмежується запасами дизельного палива;

$L_{П}$ – мінімальна відстань, яка обмежується запасами піску;

$L_{\text{ТО-2}}$ – мінімальна відстань, яка обмежується часом на проведення ТО-2 для локомотива.

Мінімальна відстань, яку може пройти локомотив, обмежується запасами дизельного палива, що визначається виразом (3), запасами піску (4) та часом на проведення ТО-2 (4).

$$L_{\text{дп}} = \frac{K_{\text{дп}} V_{\text{дп}} E_{\text{дп}}}{Q e_{\text{дп}} k_{\text{T}}} 10^4, \quad (3)$$

де $K_{\text{дп}}$ – коефіцієнт, який враховує 10-20 %-вий запас пального; $V_{\text{дп}}$ – сумарна місткість паливних баків локомотива, кг; $E_{\text{дп}}$ – паливний еквівалент; Q – маса состава поїзда; $e_{\text{дп}}$ – норма витрат натурального дизельного пального, кг/10⁴ т-км брутто; k_{T} – корегувальний коефіцієнт, який враховує вплив низьких температур взимку на витрату палива.

$$L_{\text{п}} = \frac{K_{\text{п}} V_{\text{п}}}{Q e_{\text{п}}} 10^6, \quad (4)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, який враховує 10-20 %-вий запас піску; $V_{\text{п}}$ – сумарна місткість пісочних бункерів локомотива, м³; $e_{\text{п}}$ – норма витрат піску, м³/10⁶ т-км брутто.

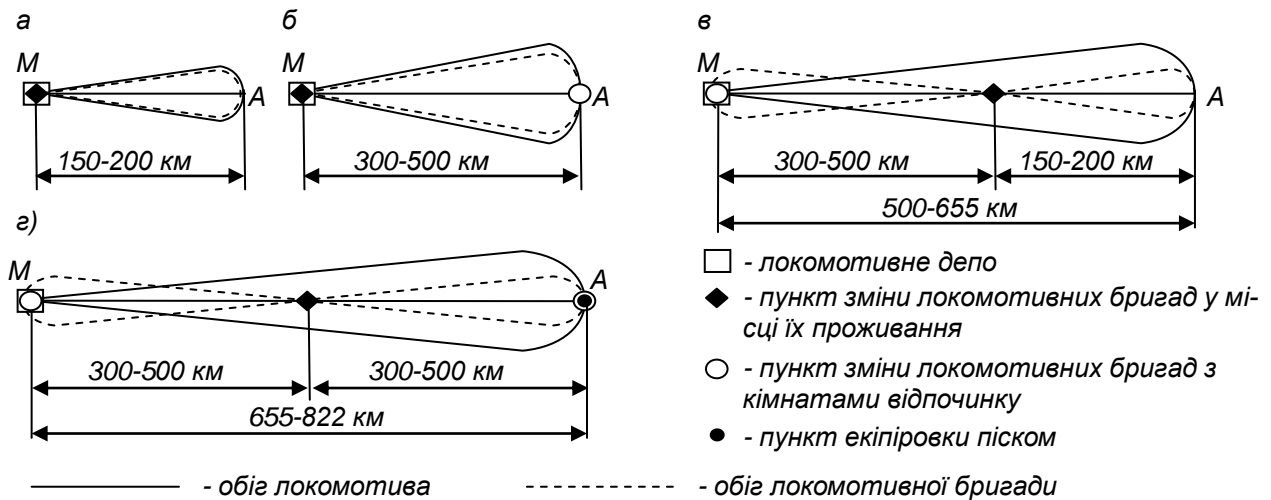
$$L_{\text{ТО2}} = \frac{(T_{\text{ТО2}} - t_{\text{сн}} - t_{\text{св}}^{\text{пп}} - t_{\text{св}}^{\text{вд}}) t_{\text{лб}}^{\text{н}} v_{\text{д}}}{t_{\text{зм}} + t_{\text{лб}}^{\text{н}}}, \quad (5)$$

де $T_{\text{ТО2}}$ – встановлена тривалість пробігу тепловозів між ТО-2; $t_{\text{сн}}$ – тривалість перебування локомотива на станції навантаження; $t_{\text{св}}^{\text{пп}}$, $t_{\text{св}}^{\text{вд}}$ – тривалість перебування локомотива на станції вивантаження відповідно від моменту прибуття до моменту здачі локомотива та від моменту закінчення ТО-2 до відправлення; $v_{\text{д}}$ – дільнична швидкість; $t_{\text{лб}}^{\text{н}}$ – допустима тривалість перебування бригади на шляху прямування; $t_{\text{зм}}$ – тривалість перебування локомотива на станції зміни локомотивної бригади.

Виконані дослідження показують, що тепловози незалежних перевізників зможуть обслуговувати перевезення між станціями навантаження та вивантаження на відстані до 822 км, а електровози – до 1000 км із спорудженням основної частини локомотивної інфраструктури на під'їзній колії вивантаження чи навантаження.

Іншим фактором, який впливає на організацію тягового обслуговування руху поїздів, є дотримання встановленого режиму праці та відпочинку локомотивних бригад. Відповідно до чинних норм тривалість неперервної роботи локомотивної бригади з урахуванням витрат часу на здавання та приймання локомотива не повинно перевищувати 8 год, а за узгодження з профспілкою цей термін може бути подовжено до 12 год. Виходячи з цього, встановлені залежності схеми організації роботи локомотивів та локомотивних бригад незалежних перевізників від довжини дільниць обертання. Схеми обігу тепловозів та локомотивних бригад, що їх обслуговують, наведені на рис. 4.

Відповідно до розроблених схем, одним з можливих варіантів використання приватних перевізних компаній на етапі їх впровадження буде обслуговування вантажовідправників, що здійснюють перевезення вантажів між станціями відправлення та призначення кільцевими маршрутами.



а – схема організації роботи при розміщенні локомотивного депо і пункту зміни локомотивної бригади у місці відправлення поїзда, б – схема організації роботи при розміщенні локомотивного депо у пункті відправлення, а пункту зміни локомотивної бригади в місці призначення, в – схема організації роботи при розміщенні локомотивного депо і пункту зміни локомотивної бригади у місці відправлення поїзда та додаткових пунктів зміни локомотивних бригад на шляху слідування, г – схема організації роботи при розміщенні локомотивного депо і пункту зміни локомотивної бригади у місці відправлення поїзда та додаткових пунктів зміни локомотивних бригад на шляху слідування і на станції призначення пунктів екіпірування локомотивів піском

Рисунок 4 – Схеми організації роботи тепловозів та локомотивних бригад незалежних перевізників

У цьому випадку робочий парк локомотивів, необхідний для освоєння заданих розмірів руху, може бути визначений за формулою

$$M = \left[\alpha_p \frac{N_d \theta k_n}{T_{\Pi}} \right], \quad (6)$$

де α_p – коефіцієнт, що враховує резерв локомотивів на випадок значних порушень розкладу руху поїздів, а також необхідності планового чи позапланового ремонту локомотивів; N_d – кількість ниток графіка, що обслуговуються локомотивами протягом розрахункового періоду; θ – обіг локомотивів на маршруті перевезень; k_n – коефіцієнт місячної нерівномірності перевезень; T_{Π} – розрахунковий період, діб.

Величина обігу локомотивів θ у виразі (6) встановлюється за графіком руху поїздів.

Іншим напрямком використання приватних локомотивів є обслуговування пунктів масового завантаження чи вивантаження вантажів. Зокрема, ймовірними пунктами призначення поїздів, що обслуговуються приватними локомотивами, можуть бути морські порти Великої Одеси, де концентруються приблизно 20 %

вивантаження вагонів по Укрзалізниці. У дисертації розглянута задача визначення необхідного робочого парку локомотивів для обслуговування перевезень зернових вантажів, що відправляються в порт із 7 елеваторів відправницькими маршрутами, та розробки графіків обороту локомотивів. Основне локомотивне депо, де виконуються операції з ТО-2, розташоване в порту. Робочий парк локомотивів, необхідний для забезпечення перевезень, розраховується за формулою

$$M = \left\lceil \frac{\alpha_p}{T_n} \left(\sum_{i=1}^n T_{pi} + \sum_{i=1}^n S_i \right) \right\rceil, \quad (7)$$

де T_{pi} – тривалість перебування i -го локомотива в русі із завантаженим та порожнім поїздом та його простою на станції завантаження; S_i – загальний простій i -го локомотива на станції основного депо (станції вивантаження); n – кількість ниток графіка.

Зважаючи на те що величина $\sum_{i=1}^n T_{pi}$ є постійною й визначається графіком обороту составів, то мінімальна кількість локомотивів, необхідна для забезпечення перевезень, досягається скороченням простою локомотивів на станції основного депо. Таким чином, задача зводиться до мінімізації загального простою локомотивів у разі перечеПЛення вагонів від i -го до j -го поїзда, тобто

$$M = \left\lceil \alpha_p \frac{\sum_{i=1}^n T_{pi} + S_{\min}}{T_n} \right\rceil, \quad (8)$$

$$S_{\min} = \sum_{i,j} s_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (9)$$

де S_{\min} – мінімальний простій локомотива на станції основного депо (станції вивантаження); s_{ij} – простій локомотива в разі перечеПЛення від i -го до j -го поїзда; x_{ij} – булева змінна така, що $x_{ij} = 1$ у випадку, якщо є перечеПЛення локомотива від поїзда i до поїзда j , та $x_{ij} = 0$, коли немає. Мінімізацію виразу (9) розглядаємо за обмежень

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \\ x_{ij} \in \{0;1\}. \end{cases} \quad (10)$$

У такій постановці задача мінімізації загального простою локомотивів на станції основного депо зведена до задачі про призначення.

Враховуючи цілочислове значення кількості локомотивів і необхідність дода-

ткових локомотивів на випадок значних порушень розкладу руху поїздів, а також планового чи позапланового ремонту локомотивів, за нормальних умов експлуатації наявна кількість локомотивів має резерв часу

$$S_{\text{рез}} = MT_{\Pi} - \sum_{i=1}^n T_{pi} - S_{\text{min}}. \quad (11)$$

Вказаний резерв може бути перерозподілений між локомотивами з метою створення рівномірних резервів часу їх перебування на станції основного депо. У цих умовах задача розробки графіка обороту M локомотивів під час обслуговування перевезень може бути сформульована як

$$\min(b_{ij}) \rightarrow \max, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (12)$$

$$b_{ij} = \begin{cases} s_{ij} & \text{при } x_{ij} = 1, \\ \infty & \text{при } x_{ij} = 0. \end{cases} \quad (13)$$

Обмеження задачі (12) накладаються умовами (13) та додатковою умовою

$$MT_{\Pi} - \sum_{i=1}^n T_{pi} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n s_{ij} x_{ij} \geq 0. \quad (14)$$

Оптимальний графік обслуговування елеваторів наведено на рис. 5.

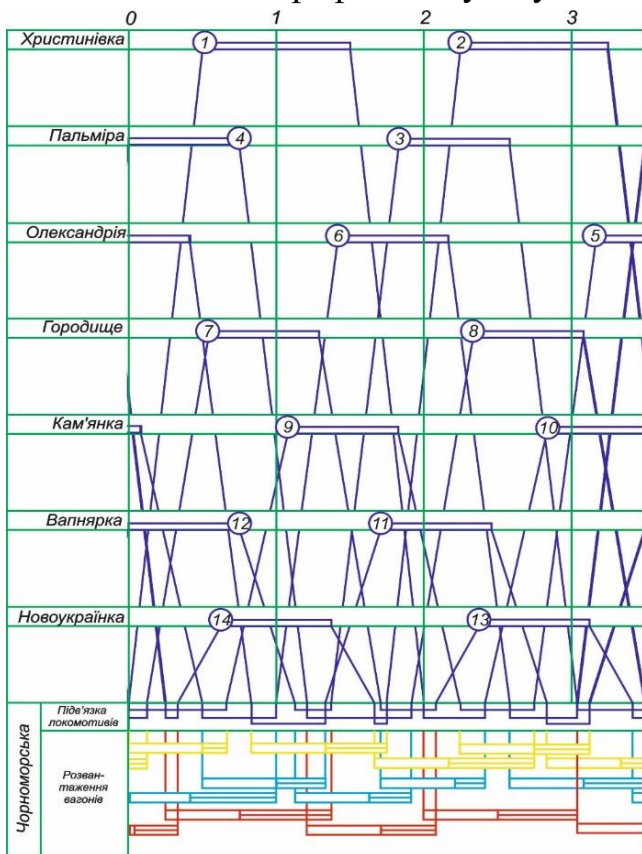


Рисунок 5 – Оптимальний графік обслуговування елеваторів приватними локомотивами

Можливим напрямком роботи для незалежної перевізної компанії є організація перевезень залізничної сировини із Полтавського ГЗК у порт «Південний» на станцію Хімічна ТОВ «Трансінвестсервіс» для перевалки на морський транспорт. Вказаний напрямок обслуговується електровозами змінного струму. Зважаючи на те що відстань перевезень становить 514 км, робота локомотивів та локомотивних бригад може бути організована за схемою, що наведена на рис. 4, в.

У дисертації розроблено план роботи перевізної компанії з обслуговування вказаних перевезень, її організаційна структура, визначено штат співробітників для забезпечення усіх необхідних функцій, пов'язаних з

експлуатацією поїзних локомотивів для здійснення перевезень між підприємствами «Полтавський ГЗК» і транспортним вузлом «ТІС».

Встановлено, що основний ефект від створення перевізної компанії полягає в підвищенні ефективності використання вагонів, зокрема обіг вагонів може бути скорочений з 105,56 год до 68,73 год, а потрібний парк вагонів з 1 129 до 735 вагонів. Також отримано залежності між штатом перевізної компанії та обсягами перевезень.

У четвертому розділі виконано дослідження ефективності використання приватної локомотивної тяги на залізницях України.

На етапі впровадження на ринку перевезень незалежних перевізних компаній вони будуть здійснювати перевезення вантажів на тих напрямках, де їх послуги є більш конкурентоспроможними порівняно з послугами АТ «Укрзалізниця».

На сьогодні АТ «Укрзалізниця» надає комплексну послугу, яка включає як послугу інфраструктури, так і локомотивної тяги. Для визначення частки локомотивної складової в сучасному тарифі на перевезення вантажів залізничним транспортом виконано порівняння величини тарифів при перевезенні залізної руди піввагонами (тарифна схема 1) та зерна зерновозами (тарифна схема 2) кільцевими маршрутами й складами в кількості 54 вагонів. Результати розрахунку наведено на

рис. 6. Встановлено, що частка локомотивної складової в тарифі перебуває в межах 23-40 % для електровозної тяги та 30-41 % для тепловозної. Максимальне значення частки локомотивної складової в тарифі припадає на відстань 140-240 км. Окрім витрат, пов'язаних з оплатою тарифу за інфраструктуру та локомотивну тягу, вантажовідправник при перевезеннях сплачує послуги за користування вантажними вагонами. У цих умовах загальні витрати в разі перевезень локомотивами АТ «Укрзалізниця» можуть бути визначені як

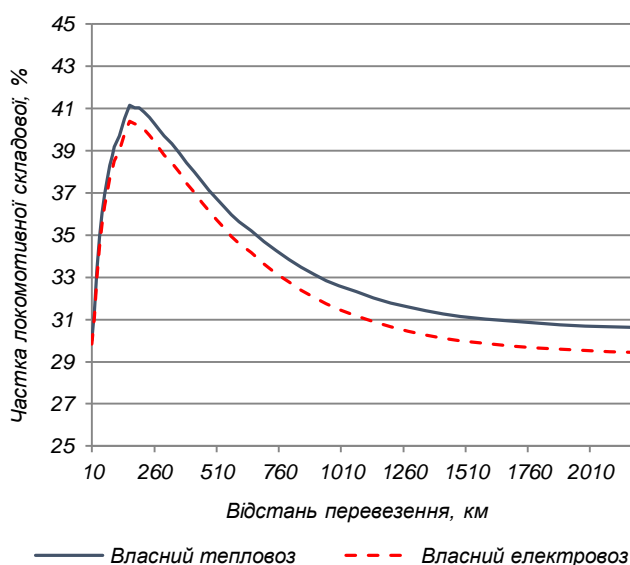


Рисунок 6 – Зміна частки локомотивної складової в тарифі залежно від відстані перевезень

$$C_c^3 = c_{ил}^{вз} + c_{ил}^{вп} + C_{вв}, \quad (15)$$

де $c_{ил}^{вз}$, $c_{ил}^{вп}$ – плата за використання інфраструктури та локомотива при перевезенні завантаженого та порожнього вагона відповідно; $C_{вв}$ – плата за користування вагоном.

У випадку використання послуг приватних перевізників витрати на перевезення містять витрати на інфраструктуру, вагони, а також на локомотивну тягу, що, у свою чергу, включає витрати на паливо, оплату праці локомотивних бригад та витрати на закупівлю та подальше утримання локомотивів:

$$C_{\text{пв}}^{\text{п}} = \frac{2C_{\text{и}}^{\text{л}}}{m_{\text{с}}} + 2C_{\text{и}}^{\text{в}} + C_{\text{вв}} + C_{\text{п}} + C_{\text{б}} + C_{\text{л}}, \quad (16)$$

де $C_{\text{и}}^{\text{л}}$ – плата за використання інфраструктури локомотивом; $m_{\text{с}}$ – состав поїзда; $C_{\text{и}}^{\text{в}}$ – плата за використання інфраструктури вагоном поїзда з власним локомотивом; $C_{\text{п}}$ – вартість палива чи електроенергії; $C_{\text{б}}$ – витрати на оплату праці локомотивних бригад; $C_{\text{л}}$ – витрати на експлуатацію локомотива.

У процесі досліджень визначено витрати, які пов'язані з перевезеннями залізної руди в піввагонах (тарифна схема 1) та зерна в зерновозах (тарифна схема 2) тепловозами та електровозами, новими й такими, що були у використанні (б/в). На рис.7, а та б наведено залежності величини економії витрат від відстані перевезень.

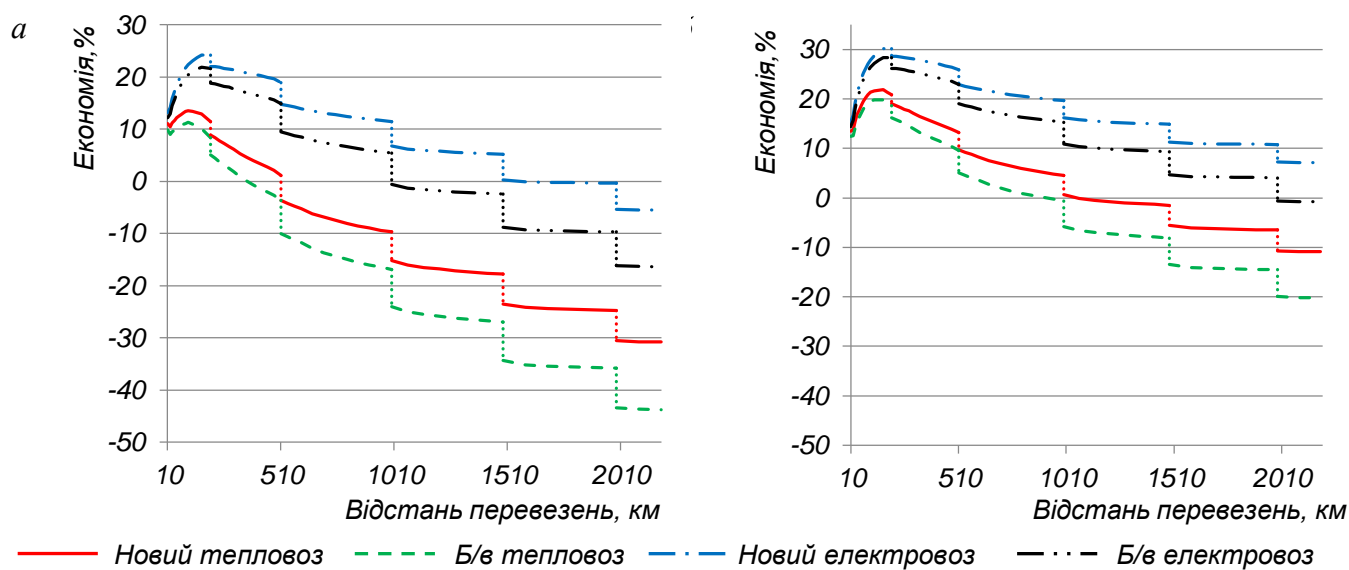


Рисунок 7 – Економія від використання приватних локомотивів при перевезенні залізної руди (а) та зерна (б)

Максимальний ефект від впровадження приватної локомотивної тяги досягається при перевезенні вантажів на відстані до 200 км, де вони можуть здійснюватися однією локомотивною бригадою упродовж обороту локомотива, після чого ефект зменшується.

Для оцінки доцільності впровадження приватної локомотивної тяги використано такі основні показники економічної ефективності, як: чиста поточна вартість (*NPV*); внутрішня норма доходу (*IRR*) та індекс прибутковості (*ID*). Враховуючі ці показники та вирази (15) і (16), як приклад, виконано розрахунок залежності обсягу перевезеного вантажу від відстані при перевезенні руди залізної б/в тепловозом (рис. 8). Область ефективного викорис-

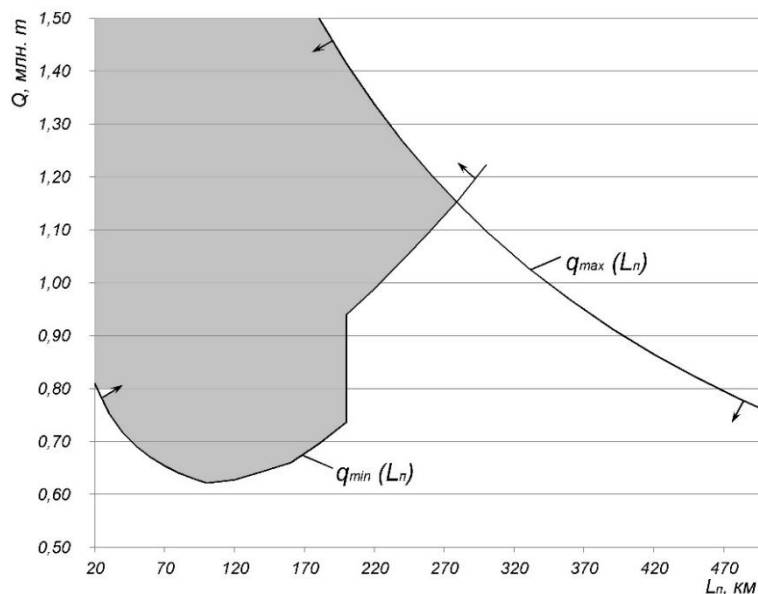


Рисунок 8 – Область ефективного використання приватного локомотива при перевезенні залізної руди, для б/в тепловоза

тання приватного локомотива обмежується лінією $q_{\max}(L_p)$, яка визначає максимальний обсяг вантажу, який може перевезти один локомотив, та лінією $q_{\min}(L_p)$ – мінімальний обсяг перевезень, який повинен виконувати локомотив для забезпечення економічної доцільності його придбання.

Згідно з результатами, наведеними на рис. 8, використання б/в тепловоза є економічно ефективним для відстаней до 280 км.

У дисертації також наведено розрахунок і для інших локомотивів та видів вантажу. Так, для першої тарифної схеми (руда залізна) ефективною відстанню експлуатації нового тепловоза буде до 300 км, для нового електровоза – 540 км та 510 км для б/в електровоза. Для другої тарифної схеми (зерно) ефективне використання локомотивів досягається на відстанях до 510 км для тепловозної тяги та 800 і 700 км відповідно для нового й б/в електровозів.

У додатках наведено дані для розрахунку залежності обсягу перевезень вантажів від відстані, допоміжні математичні розрахунки, а також довідки про впровадження результатів дисертаційної роботи.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота містить отримані автором результати, які в сукупності вирішують наукове завдання з формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом приватними локомотивами. Виконані в роботі дослідження дозволяють зробити такі висновки:

1. Сучасні методи тягового забезпечення перевезення вантажів залізничним

транспорт формувалися для умов, коли залізниці є одночасно і перевізниками, і операторами інфраструктури. При цьому парк тягового рухомого складу розподілений по мережі й має централізоване управління; локомотиви здійснюють обслуговування перевезень у межах своїх дільниць обертання. Така модель не може використовуватись у сучасних умовах приватними перевізниками через необхідність значних інвестицій у створення локомотивного парку. Тому методи тягового обслуговування перевезення вантажів на залізничному транспорті при впровадженні на транспортному ринку приватних перевізних компаній вимагають удосконалення.

2. На транспортному ринку України відбувається перерозподіл обсягів перевезень вантажів між залізничним та автомобільним транспортом. За період з 2003 року частка залізничних перевезень скоротилася з 73 до 64 %. Однією з причин цього є критичний стан тягового рухомого складу. Зокрема, знос парку електровозів становить 95 %, парку тепловозів – 99 %. Зменшення експлуатаційного парку локомотивів призводить як до зменшення обсягів перевезень, так і до погіршення показників використання вантажних вагонів. Встановлено, що між експлуатаційним парком локомотивів та обігом вантажних вагонів існує дуже сильний обернений зв'язок з коефіцієнтом кореляції 0,94. Таким чином, проблема розвитку залізничного парку тягового рухомого складу є актуальною для України.

3. Аналіз законодавства Європейського Союзу у галузі залізничного транспорту показує необхідність представлення опису залізничної інфраструктури у відкритому доступі. Так враховуючи той факт, що АТ Укрзалізниця на сьогодні є одночасно оператором інфраструктури і перевізником, опис її інфраструктури переважно здійснюється у внутрішніх документах, і немає потреби розміщення цієї інформації у відкритому доступі. У зв'язку зі зміною законодавства України, відповідно до вимог Європейського Союзу виникає необхідність зміни технічних і технологічних документів, що пов'язані з виконанням залізничних перевезень. Зокрема виникає необхідність інформувати перевізників про технічні можливості залізничної мережі і послуги, що надаються. Розроблено пропозиції щодо вдосконалення структури технологічних процесів дирекцій залізничних перевезень, які наближають зміст та обсяг наведеної в них інформації до вимог Європейського Союзу щодо опису залізничної інфраструктури. Також розроблена структура бази даних, на підставі якої може бути створена інтерактивна карта для інформування перевізників про технічні характеристики магістральної залізничної інфраструктури та про послуги, що надаються її оператором.

4. Схеми обслуговування перевезень тяговим рухомим складом залежать від розташування на мережі локомотивної інфраструктури. Тепловози незалежних перевізників зможуть обслуговувати перевезення між станціями навантаження та вивантаження на відстані до 822 км, а електровози – до 1000 км із спорудженням основної частини локомотивної інфраструктури на станції навантаження чи вивантаження. У разі організації перевезень на відстані понад 500 км під час перевезень повинні бути передбачені зміни локомотивних бригад. Зроблені розрахунки показують потенційну можливість виконання незалежними перевізниками залізничних перевезень зі створенням виключно власної локомотивної інфраструктури. У дисертації розроблено метод закріплення приватних локомотивів за нитками графіка, що ґрунтується на розв'язанні задачі про призначення, а також організаційну структуру приватної перевізної компанії. Основний ефект від допуску незалежних перевізних компаній до транспортного ринку полягає в значному покращенні показників використання вагонів. Так, при організації перевезень на напрямку Полтавський ГЗК – Транспортний вузол ТІС обіг вагона скорочується з 105,56 до 68,73 год.

5. Використання приватних локомотивів забезпечує зменшення витрат на перевезення до 35 %. Ефективність використання приватної локомотивної тяги залежить від виду вантажу й нелінійно залежить від відстані перевезень. Максимальний ефект від впровадження приватної локомотивної тяги досягається в разі перевезення вантажів на відстані до 300 км. Встановлено залежності між відстанями перевезень та мінімальними обсягами перевезень, що забезпечують окупність капітальних видатків у розвиток локомотивного парку.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні праці:

1. Санницький Н. М. Дослідження ефективності використання приватної локомотивної тяги на залізницях України // Вчені записки Таврійського нац. ун-ту ім. В. І. Вернадського. Сер.: Технічні науки. 2018. Т. 29 (68), № 4, ч. 2. С.147-155
2. Козаченко Д., Верлан А., Санницький Н. Розвиток конкурентного середовища на ринку залізничних перевезень // Українська залізниця. 2016. № 9(39). С. 46-50.
3. Kozachenko D., Vernigora R., Balanov V., Sannytskyu N., Berezovy N., Bolvanovska T. Improving the methods of estimation of the unit train effectiveness // Transport problems. 2016. Vol. 11, Iss. 3. P. 91-101.
4. Козаченко Д. Н., Березовий Н. И., Санницький Н. М.. Формализация описания железнодорожной инфраструктуры // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2015. С. 23-28.

5. Козаченко Д. М., Очкасов О. Б., Шепотенко А. П., Санницький Н. М. Перспективи використання приватних локомотивів для перевезення вантажів у напрямку морських портів // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. 2017. № 6(72). С 7-19.

Праці апробаційного характеру:

6. Kozachenko D., Vernigora R., Balanov V., Sannytskyu N., Berezovy N., Bolvanovska T. Improving the methods of estimation of the unit train effectiveness // V International Symposium of Young Researchers «Transport Problems 2016». Poland, Katowice: Silesian University of Technology Faculty of Transport, 2016.

7. Березовий М. І., Санницький Н. М. Формалізація опису залізничної інфраструктури Укрзалізниці відповідно до вимог ЄС // Збірник наукових праць Укр. держ. ун-ту залізн. трансп. 2016. Вип.160 (додаток). С. 123-124.

8. Санницький Н. М. Економічна оцінка впровадження приватної локомотивної тяги на залізницях України // Збірник матеріалів X міжнар. конф. молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики». Дніпро, 2019. С. 150-154.

9. Козаченко Д. М., Санницький Н. М., Мурадян О. В. Можливості застосування приватних локомотивів при перевезенні вантажів у напрямку морських портів // Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : тези доп. 79-ї міжнар. науково-практ. конф. (Дніпро, ДНУЗТ, 2019 р.). Дніпро: ДНУЗТ, 2019. С.165-167.

10. Kozachenko D., Gera B., Sannytskyu N., Hermaniuk Yu., Shargun T. Estimation of private locomotives usage efficiency for freight transportation in Ukraine // Energy-optimal technologies, logistic and safety on transport: International Scientific and Practical Conference. Lviv, DNUZT, 2019. P. 90.

АНОТАЦІЯ

Санницький Н. М. Формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація і ремонт засобів транспорту, Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро, 2020.

Дисертація присвячена проблемі формування технології тягового забезпечення перевезень вантажів приватними локомотивами в умовах розділення діяльності з експлуатації інфраструктури й виконання перевезень. За даними АТ «Укрзалізниця», загальний парк локомотивів становить 3 871 одиницю, з яких електровози інвентарного парку – це 1 720 одиниць, а їх знос при цьому становить 95 %. Загальна ж кількість тепловозів 2 151 одиниця, знос при цьому дорівнює 99 %. Отже, нестача локомотивів призводить до погіршення використання вантажних вагонів.

Із застосуванням методів математичної статистики та кореляційного аналізу виконано дослідження обсягів перевезень вантажів та динаміки показників використання рухомого складу, який їх забезпечує. Теорія експлуатаційної роботи залізниць, реляційний аналіз використовувалися для розробки методів організації взаємодії між перевізниками та оператором інфраструктури. Методи математичного програмування, економіко-математичного моделювання та теорія експлуатаційної роботи залізниць застосовані для розробки методів тягового забезпечення перевезення вантажів в умовах функціонування незалежних перевізників. За допомогою економіко-математичного моделювання визначалася область ефективного застосування приватної локомотивної тяги на залізницях України.

Отримані в дисертаційній роботі результати вирішують наукове завдання з формування технологій тягового забезпечення перевезень вантажів залізничним транспортом приватними локомотивами на основі розробки залежності схем організації роботи локомотивів та локомотивних бригад незалежних перевізників від довжини ділянок та встановлення залежності величини економії витрат від перевезень вантажів залізничним транспортом у разі використання приватної локомотивної тяги. Для можливості допуску приватної локомотивної тяги удосконалено методи формалізації опису інфраструктури, що дозволяють організувати взаємодію між оператором інфраструктури та незалежними від нього перевізниками.

Ключові слова: залізнична інфраструктура, бази даних, технологічний процес, реформування залізниць, умови користування інфраструктурою, залізничний транспорт, вантажні перевезення, приватна локомотивна тяга, реструктуризація залізниць, організація вантажних перевезень, організація перевезень.

АННОТАЦІЯ

Санницкий Н. М. Формирование технологии тягового обеспечения перевозок грузов частными локомотивами. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – эксплуатация и ремонт средств транспорта, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепр, 2020.

Диссертация посвящена проблеме формирования технологии тягового обеспечения перевозок грузов частными локомотивами в условиях разделения деятельности по эксплуатации инфраструктуры и выполнению перевозок. По данным АО «Укрзалізниця», общий парк локомотивов составляет 3 871 единица, из которых электровагоны инвентарного парка – это 1 720 единиц, а их износ при этом достига-

ет 95 %. Общее количество тепловозов 2 151 единица, а износ при этом составляет 99 %. Итак, нехватка локомотивов приводит к ухудшению использования грузовых вагонов.

С применением методов математической статистики и корреляционного анализа выполнено исследование объемов перевозок грузов и динамики показателей использования подвижного состава, который их обеспечивает. Теория эксплуатационной работы железных дорог, реляционный анализ применялись для разработки методов организации взаимодействия между перевозчиками и оператором инфраструктуры. Методы математического программирования, экономико-математического моделирования и теория эксплуатационной работы железных дорог использовались для разработки методов тягового обеспечения перевозки грузов в условиях функционирования независимых перевозчиков. С помощью экономико-математического моделирования была определена область эффективного применения частной локомотивной тяги на железных дорогах Украины.

Современные методы тягового обеспечения перевозки грузов железнодорожным транспортом сформировались для условий, когда железные дороги являются одновременно и перевозчиком, и оператором инфраструктуры. В таких условиях использование частных локомотивов осложняется необходимостью значительных инвестиций в создание локомотивного парка.

Разработка технологии перевозки грузов в поездах с собственными (арендованными) локомотивами требует предоставления оператором инфраструктуры перевозчикам информации об инфраструктуре железнодорожного транспорта. Поэтому для возможности допуска частной локомотивной тяги усовершенствованы методы формализации описания железнодорожной инфраструктуры, позволяющие организовать взаимодействие между оператором инфраструктуры и независимым от него перевозчиком.

Важным вопросом является определение схем обслуживания перевозок тяговым подвижным составом, что зависят от расположения на сети локомотивной инфраструктуры. В диссертации разработан метод закрепления частных локомотивов по ниткам графика, основанный на решении задачи о назначении, а также организационная структура частной перевозочной компании. Основным эффектом от допуска независимых перевозочных компаний к транспортному рынку заключается в значительном улучшении показателей использования вагонов.

Полученные в диссертационной работе результаты решают научную задачу по формированию технологий тягового обеспечения перевозок грузов железнодорожным транспортом частными локомотивами на основе разработки зависимости схем организации работы локомотивов и локомотивных бригад независимых пе-

ревозчиков от длины участков и установления зависимости величины экономии расходов от перевозок грузов железнодорожным транспортом при использовании частной локомотивной тяги.

Результаты работы используются в учебном процессе Львовского филиала Днепровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна при подготовке бакалавров по специальности 275 «Транспортные технологии», выполнении дипломных магистерских работ и в курсе лекций по дисциплине «Управление эксплуатационной работой», для совершенствования работы службы перевозок Регионального филиала «Львовская железная дорога» АО «Укрзалізниця».

Ключевые слова: железнодорожная инфраструктура, базы данных, технологический процесс, реформирование железных дорог, условия пользования инфраструктурой, железнодорожный транспорт, грузовые перевозки, частная локомотивная тяга, реструктуризация железных дорог, организация грузовых перевозок, организация перевозок.

ABSTRACT

Sannytskyy N. M. Formation of traction support technology for cargo transportation by private locomotives. – Manuscript.

Thesis for the degree of Ph.D. in Technical Science (Doctor of Philosophy) specialty 05.22.20 – operation and repair of transport modes (Field of knowledge 27 – Transport). – Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro, 2020.

The thesis is devoted to the solution of the relevant scientific task of forming the technology of traction support of freight railway transportation by private locomotives under conditions of separation of activity on infrastructure operation and transportations. At the present, the locomotive fleet of Ukrainska zaliznytsia JSC consists of 3871 units. The wear of the electric locomotive fleet is about 95%; the wear of the diesel locomotive fleet is 99%. As well, the reduction of locomotive fleet leads to both a decrease in the volume of transportations and a deterioration in the use indicators of freight cars.

Using the mathematical statistics and correlation analysis, the volumes of cargo transportations and the dynamics of use indicators of the rolling stock providing them were investigated. The theory of operational work of railways, relational analysis for the development of methods for organizing the interaction between carriers and the infrastructure operator. Methods of mathematical programming, economic-mathematical modelling and theory of operational work of railways for the development of traction

methods for cargo transportation under conditions of functioning of independent carriers. Economic-mathematical modelling to determine the area of effective application of private locomotive traction on the railways of Ukraine.

The results obtained in the dissertation solve the scientific problem of the formation of traction support technologies for freight transportation by private locomotives based on the development of the dependence of the schemes of the organization of locomotives and locomotive crews of independent carriers on the length of sections and the establishment of the dependence of the cost of transport of freight transportation by rail when using private locomotive traction. In order to allow for private locomotive traction, the methods of formalizing the description of the infrastructure have been improved, which allow to organize the interaction between the infrastructure operator and its independent carriers.

The results obtained in the thesis solve the scientific problem of formation of traction technologies for supporting cargo transportation by private locomotives based on the development of the dependence of schemes of organization of locomotives and locomotives of crews of independent carriers on the length of district and establishing the dependence of the cost of private locomotive traction. In order to provide private locomotive traction, the methods of formalizing the description of the infrastructure have been improved allowing the interaction between the infrastructure operator and independent carriers to be organized.

Key words: railway infrastructure, databases, technological process, reforming of railways, conditions of the use of infrastructure, railway transport, freight transportations, private locomotive traction, restructuring of railways, organization of freight transportations.

САННИЦЬКИЙ НАЗАР МИРОСЛАВОВИЧ

**ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЯГОВОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ
ВАНТАЖІВ ПРИВАТНИМИ ЛОКОМОТИВАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Підписано до друку 10.03.2020.

Формат 60x48 1/16. Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,0.

Тираж 100 пр. Зам. № 4

Дніпровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1315 від 31.03.03

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010